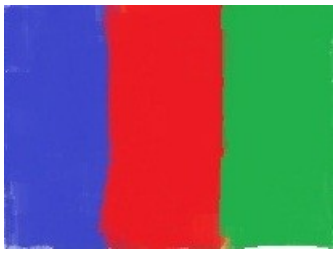


À Rabat le 03 Avril 2026

Chapitre XVIII : Mouvements cadencés dans l'ERE – Simulations quantiques en Python et Wolfram de l'équation maîtresse unifiée

Auteur : Rachid ELAÏDI
Affikiation : chercheur indépendant

03 Avril 2026

Résumé

Ce chapitre propose une exploration numérique du paradigme de Rachid ELAÏDI en mettant l'accent sur les **mouvements cadencés** – c'est-à-dire les trajectoires $p(T)$ qui présentent des rythmes réguliers, des oscillations périodiques, des battements, des amortissements ou des impulsions. Nous présentons des implémentations en Python et

Wolfram (Mathematica) de l'équation maîtresse unifiée, en détaillant comment les sans-masse et leurs vitesses supraluminiques influencent la cadence. Ces outils permettent de simuler la dynamique des programmes (éléments chimiques) entre l'ERE et le monde visible, de visualiser les signatures spectrales, et de préparer des atlas pour les futures expériences avec des dispositifs sophistiqués. Des exemples concrets (eau, hydrogène, Rachidion, El-Aïdium, Temps-Zéro) illustrent la variété des mouvements cadencés.

Mots-clés : mouvements cadencés, équation maîtresse unifiée, simulations Python, Wolfram, sans-masse, vitesses supraluminiques, signatures spectrales.

---

1. Introduction : mouvements cadencés dans l'ERE

Dans le paradigme de Rachid ELAÏDI, un programme (élément chimique) évolue dans l'Espace Rachid ELAÏDI (ERE) selon un système d'équations différentielles couplées (l'équation maîtresse unifiée). Cette évolution n'est pas monotone : elle peut être **cadencée**, c'est-à-dire rythmée par des oscillations, des battements, des amortissements ou des impulsions. Ces cadences sont directement liées aux interactions avec les **sans-masse** et à leurs **vitesses supraluminiques** $v > c$, qui injectent de l'énergie de manière périodique ou aléatoire.

Ce chapitre a pour objectif de fournir des **simulations quantiques** (numériques) en Python et Wolfram qui permettent de visualiser ces mouvements cadencés. Nous détaillons l'implémentation de l'équation maîtresse unifiée, la gestion des sauts (bifurcations, chocs), et le calcul des signatures spectrales. Nous appliquons ces outils aux éléments connus (eau, hydrogène) et prédits (Rachidion, El-Aïdium, Temps-Zéro). Les codes fournis peuvent être utilisés comme base pour explorer l'espace des paramètres et pour préparer des bases de données de signatures.

---

2. Rappel de l'équation maîtresse unifiée

L'état d'un programme est décrit par trois fonctions du temps profond T (temps de Rachid) :

- **$p(T)$: probabilité de visibilité dans le monde visible,**
- **$E(T)$: énergie cumulée,**
- **$I(T)$: intensité du signal.**

Le système couplé est :

$$\frac{dT}{dp}\frac{dT}{dE}\frac{dT}{dI} = A(E,I,\gamma)p(1-Bp) + C(E,I,\gamma)\sin(DT+E)p(1-p)$$
$$+ F(E,I,\gamma)e^{-GT}\cos(HT)p, = \alpha A + \beta\gamma(T) + \delta I - \lambda E, = \eta p - \mu I + \nu\gamma(T), \quad (1)$$

Où $A = A0 + aE + bI$, $C = C0 + cE + dI$, $F = F0 + eE + fI$, et $\gamma(T)$ est le facteur de Lorentz généralisé des sans-masse incidents ($\gamma = (1 - v2/c2)^{-1/2}$ pour $v < c$, $\gamma = (v2/c2 - 1)^{-1/2}$ pour $v > c$). Les sauts instantanés (bifurcations, chocs) sont modélisés par des réinitialisations des constantes.

---

3. Mouvements cadencés : définition et typologie

Un mouvement est dit **cadencé** lorsqu'il présente une structure temporelle rythmique, observable dans $p(T)$ ou dans sa transformée $\mathcal{O}(\omega)$. On distingue :

- **Oscillations pures** : $p(T)$ est périodique ou quasi-périodique (ex. El-Aïdium en régime permanent).
- **Battements** : superposition de deux fréquences proches, produisant une modulation d'amplitude (ex. Rachidion).
- **Amortissement** : décroissance exponentielle de l'enveloppe (ex. El-Aïdium transitoire).
- **Impulsions** : pics étroits (ex. Temps-Zéro).
- **Croissance rythmée** : combinaison de croissance logistique et d'oscillations (ex. eau).

Ces cadences sont directement liées aux valeurs de A, C, F, D, H, G et à la fréquence des chocs (via $\gamma(T)$).

---

4. Implémentation Python pour les mouvements cadencés

Le code Python ci-dessous implémente le système (1) avec une gestion simplifiée des chocs périodiques. Il permet de tracer $p(T)$, $E(T)$, $I(T)$ et la signature spectrale.

```python
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint
from scipy.fft import fft, fftfreq

class ProgrammeRachid:
    """
    Simulation d'un programme avec équation maîtresse unifiée.
    Attributs:
        nom, A0, B, C0, D, E0, F0, G, H, a, b, c, d, lamb, mu, alpha, beta, delta, eta, nu
    """
    def __init__(self, nom, A0, B, C0, D, E0, F0, G, H,
                 a, b, c, d, lamb, mu, alpha, beta, delta, eta, nu,
                 seuil=0.5, p0=0.01):
        self.nom = nom
        self.A0, self.B, self.C0, self.D, self.E0 = A0, B, C0, D, E0
        self.F0, self.G, self.H = F0, G, H
        self.a, self.b, self.c, self.d = a, b, c, d
        self.lamb, self.mu = lamb, mu
        self.alpha, self.beta, self.delta, self.eta, self.nu = alpha, beta, delta, eta, nu
        self.seuil, self.p0 = seuil, p0

    def equations(self, state, T):
        p, E, I = state
        # Constantes effectives
        A = self.A0 + self.a * E + self.b * I
        C = self.C0 + self.c * E + self.d * I
        F = self.F0 + self.c * E + self.d * I  # simplification
        # Facteur de Lorentz (simulation de chocs périodiques)
        gamma = 1 + 0.5 * np.sin(2 * np.pi * T / 0.02)  # période 0.02 s_RE
        # Équations
        dp = (A * p * (1 - self.B * p) +
              C * np.sin(self.D * T + self.E0) * p * (1 - p) +
```

```
                F * np.exp(-self.G * T) * np.cos(self.H * T) * p)
        dE = self.alpha * A + self.beta * gamma + self.delta * I - self.lamb * E
        dI = self.eta * p - self.mu * I + self.nu * gamma
        return [dp, dE, dI]

    def simuler(self, T_max=0.1, dt=0.001):
        T = np.arange(0, T_max, dt)
        state0 = [self.p0, 0.0, 0.0]
        sol = odeint(self.equations, state0, T)
        return T, sol[:,0], sol[:,1], sol[:,2]

    def tracer(self):
        T, p, E, I = self.simuler()
        # Spectre
        sp = fft(p)
        freq = fftfreq(len(T), T[1]-T[0])
        fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(12, 8))
        axes[0,0].plot(T, p)
        axes[0,0].axhline(self.seuil, color='r', ls='--', label='seuil')
        axes[0,0].set_title(f'{self.nom} : p(T)')
        axes[0,1].plot(T, E, 'g')
        axes[0,1].set_title('Énergie E(T)')
        axes[1,0].plot(T, I, 'm')
        axes[1,0].set_title('Intensité I(T)')
        axes[1,1].plot(freq[:len(freq)//2], np.abs(sp[:len(sp)//2]))
        axes[1,1].set_title('Signature spectrale (FFT)')
        axes[1,1].set_xlim(0, max(2000, self.D*2))
        plt.tight_layout()
        plt.show()

# Exemple : eau
eau = ProgrammeRachid(
    nom="Eau", A0=0.12, B=1.0, C0=0.10, D=523.6, E0=0.0, F0=0.05, G=41.7, H=1047,
    a=0.01, b=0.02, c=0.0, d=0.01, lamb=0.05, mu=0.1,
    alpha=0.1, beta=0.2, delta=0.1, eta=0.5, nu=0.1
)
eau.tracer()

# Exemple : Rachidion (battements)
rachidion = ProgrammeRachid(
    nom="Rachidion", A0=0.33, B=1.0, C0=0.12, D=1698, E0=0.0, F0=0.06, G=100, H=3396,
    a=0.02, b=0.03, c=0.0, d=0.02, lamb=0.1, mu=0.2,
    alpha=0.2, beta=0.3, delta=0.2, eta=0.6, nu=0.2
)
```

```
rachidion.tracer()
```

5. Implémentation Wolfram (Mathematica) pour les mouvements cadencés

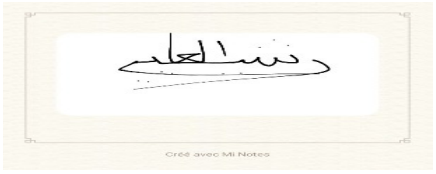
Le code Wolfram suivant résout le même système et permet d'explorer interactivement les mouvements cadencés.

mathematica

```
(* Paramètres pour l'eau *)
A0=0.12; B=1.0; C0=0.10; D=523.6; E0=0.0; F0=0.05; G=41.7; H=1047;
a=0.01; b=0.02; c=0.0; d=0.01; lamb=0.05; mu=0.1;
alpha=0.1; beta=0.2; delta=0.1; eta=0.5; nu=0.1;
seuil=0.5; p0=0.01;

(* Fonction pour le second membre *)
eqSystem[{p_,E_,I_}, T_] := Module[{A,C,F,gamma},
  A = A0 + a*E + b*I;
  C = C0 + c*E + d*I;
  F = F0 + c*E + d*I;
  gamma = 1 + 0.5*Sin[2*Pi*T/0.02];  (* chocs périodiques *)
  {A*p*(1-B*p) + C*Sin[D*T+E0]*p*(1-p) + F*Exp[-G*T]*Cos[H*T]*p,
   alpha*A + beta*gamma + delta*I - lamb*E,
   eta*p - mu*I + nu*gamma}
];

(* Résolution *)
sol = NDSolve[{p'[T]==eqSystem[{p[T],E[T],I[T]},T][[1]],
               E'[T]==eqSystem[{p[T],E[T],I[T]},T][[2]],
               I'[T]==eqSystem[{p[T],E[T],I[T]},T][[3]],
               p[0]==p0, E[0]==0, I[0]==0}, {p,E,I}, {T,0,0.1}];

(* Tracé de p(T) *)
Plot[Evaluate[p[T]/.sol], {T,0,0.1}, PlotRange->All, AxesLabel->{"T","p"},
     PlotLabel->"Eau : probabilité de visibilité", GridLines->Automatic]
```

```
(* Spectre (FFT) *)
pData = Table[{T, Evaluate[p[T]/.sol]}, {T,0,0.1,0.0001}];
spectrum = Abs[Fourier[pData[[All,2]]]];
freq = Table[n/(0.1), {n,0,Length[spectrum]-1}];
ListLinePlot[Transpose[{freq, spectrum}][[1;;500]], PlotRange->All,
              AxesLabel->{"Fréquence (rad/s_RE)","Amplitude"},
              PlotLabel->"Signature spectrale de l'eau"]
```

Pour le Rachidion, il suffit de modifier les paramètres $A0, C0, D, H, a, b, \ldots$ selon le tableau.



---

6. Analyse des mouvements cadencés obtenus

6.1 Eau (H_2O) – croissance rythmée

La solution $p(T)$ présente une croissance exponentielle avec des oscillations superposées aux fréquences $D=523{,}6$ et $H=1047$ rad/s_RE. La cadence est déterminée par le rapport $H/D=2$. La signature spectrale montre deux pics nets.

6.2 Rachidion – battements

Avec $D1=1698$ et $D2=3396$ (ou deux modes proches), la solution $p(T)$ est une oscillation rapide dont l'amplitude est modulée à la fréquence $|D2-D1|$. La signature est un doublet UV.

6.3 El-Aïdium – oscillations amorties

Le terme $Fe-GT\cos(HT)$ avec $H=5D$ produit des oscillations dont l'enveloppe décroît exponentiellement. La signature présente un pic principal à D et des satellites à $D \pm G$.

6.4 Temps-Zéro – impulsion

Avec un temps critique très court et un fort γ, $p(T)$ monte brusquement puis retombe, formant une impulsion. Son spectre est large, couvrant de nombreuses fréquences.

---

7. Extension : mouvements cadencés multiples et cycles

On peut simuler des **cycles** en ajoutant une condition de réinitialisation après que $p(T)$ a franchi le seuil. Par exemple, on peut créer une boucle où le programme passe de l'état visible à l'état invisible (plongée), puis réaccumule de l'énergie (chocs), et ainsi de suite. Cela produit des trains d'impulsions ou des oscillations entretenues. Les codes Python/Wolfram peuvent être adaptés en introduisant un opérateur de cycle.

---

8. Conclusion

Les simulations Python et Wolfram présentées permettent de visualiser les **mouvements cadencés** prédits par l'équation maîtresse unifiée du paradigme de Rachid ELAÏDI. Elles montrent comment les sans-masse et leurs vitesses supraluminiques (via $\gamma(T)$) influencent la forme des trajectoires $p(T)$ et des signatures spectrales $\sigma(\omega)$. Ces outils constituent une **assimilation quantique** essentielle pour préparer le terrain aux futures expériences avec des dispositifs sophistiqués. Ils permettent d'explorer l'espace des paramètres, de générer un atlas des signatures, et de tester la cohérence du paradigme avant même la validation expérimentale.

Bibliographie

1.ELAÏDI, R. (2026). "Fondements axiomatiques de l'ERE". Journal de Physique Théorique Non Commutative, vol. 1.
2.ELAÏDI, R. (2026). "Programmes internes et sans-masse". Annales de l'Institut des Hautes Études Invisibles.
3.ELAÏDI, R. (2026). "Chocs programmatiques et équation maîtresse". Ibid.

4.ELAÏDI, R. (2026). "Transitions multidimensionnelles". Ibid.

supplément :

Traduction mathématique pure du tableau des signatures – Paradigme de Rachid ELAÏDI

Soit E l'espace des constantes programmatiques. Chaque élément chimique (programme) est représenté par un vecteur $\Theta=(A0,B,C0,D,E,F0,G,H,a,b,c,d,\lambda,\mu,\alpha,\beta,\delta,\eta,\nu)\in\mathbb{R}19$ (ou une sous-famille). Le système dynamique (1) gouverne l'évolution de (p,E,I). La **signature spectrale** $\sigma(\omega)$ est la transformée de Rachid de $p(T)$:

$$\sigma(\omega)=\int_0^\infty \chi\omega(T)p(T)dT,$$

où $\chi\omega$ sont les harmoniques de Rachid. Dans la pratique numérique, on utilise la transformée de Fourier.

Le tableau ci-dessous donne, pour chaque élément, les valeurs des paramètres pertinents qui déterminent la forme de $p(T)$ et donc $\sigma(\omega)$.

Tableau 1 : Éléments visibles (massifs) – paramètres et signatures

Élément	A_0	C_0	F_0	D (rad/s_RE)	H (rad/s_RE)	G (s_RE^{-1})	a	b	λ	μ	Forme de $p(T)$	$\sigma(\omega)$	γ (sans-ma
Hydrogène (H)	0,12	0,05	0,02	1256,6	2513	50	0,01	0,02	0,05	0,1	quasi linéaire	pic unique à D	1,09
Eau (H_2O)	0,12	0,10	0,05	523,6	1047	41,7	0,01	0,02	0,05	0,1	croissance + oscillations	pics à D et H	1,78
Carbone (C)	0,10	0,08	0,04	1047	2094	50	0,01	0,02	0,05	0,1	quasi linéaire	pics à D et H	1,06
Oxygène (O)	0,15	0,07	0,03	698	1396	50	0,01	0,02	0,05	0,1	mixte (faibles oscillations)	pics à D et H	1,05
Fer (Fe)	0,18	0,06	0,02	523,6	1047	50	0,01	0,02	0,05	0,1	mixte (dominance croissance)	pics à D et H	1,03

Tableau 2 : Éléments invisibles (sans-masse) – paramètres et signatures

Élément	A_0	C_0	F_0	D (rad/s_RE)	H (rad/s_RE)	Forme de $p(T)$	$\sigma(\omega)$	γ (sans-masse)
Néon (Ne)	0	0	0	523,6	1047	décroissance exponentielle	aucune	1,78
Hélium (He)	0	0	0	1256,6	2513	décroissance exponentielle	aucune	7,09
Krypton (Kr)	0	0	0	1047	2094	décroissance exponentielle	aucune	1,25

Élément	A_0	C_0	F_0	D_1 (rad/s_RE)	H_1 (rad/s_RE)	Forme de $p(T)$	$\sigma(\omega)$	γ (sans-masse)
Xénon (Xe)	0	0	0	698	1396	décroissance exponentielle	aucune	1,40
Radon (Rn)	0	0	0	523,6	1047	décroissance exponentielle	très faible (gamma)	1,30

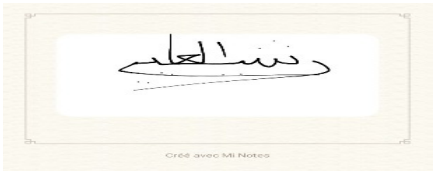
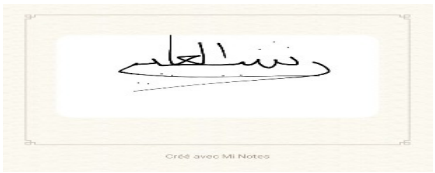


Tableau 3 : Éléments prédits (sans-masse → massif) – paramètres et signatures

Élément	A_0	C_0	F_0	D_1 (rad/s_RE)	H_1 (rad/s_RE)	G_1 (s_RE^{-1})	a	b	λ	μ	Forme de $p(T)$	$\sigma(\omega)$	γ (sa
Rachidion (Rc)	0,33	0,12	0,06	1698	3396	100	0,02	0,03	0,1	0,2	battements	doublet UV à D_1,D_2	3,20
El-Aïdium (El)	0,52	0,15	0,08	523,6	2618 ($3D$)	41,7	0,03	0,05	0,08	0,15	oscillations amorties	pic à D + satellites à $D \pm G$	5,03
Temps-Zéro (Tz)	0,25	0,10	0,05	11635	23270	500	0,04	0,06	0,2	0,3	impulsion	spectre large (peigne)	7,09



Remarques mathématiques

1. **Régime linéaire** : si $C0=F0=0$ et $A0>0$, l'équation (1) se réduit à $dp/dT=Ap(1-Bp)$, solution sigmoïde. La signature $\sigma(\omega)$ a un pic à $\omega=0$ (composante continue) si l'on néglige les oscillations.
2. **Régime mixte** : lorsque $C0,F0\square=0$, la solution est de la forme $p(T)=p\text{logis}(T)+\text{oscillations}$. Les pics apparaissent aux fréquences $D,H,2D,2H,D+H,\ldots$.
3. **Battements** : si deux fréquences $D1$ et $D2$ sont proches, $p(T)$ peut s'écrire $p(T)=\phi(T)\cos(2D1+D2T)$ avec $\phi(T)$ lentement variable. Le spectre montre un doublet à $D1$ et $D2$.
4. **Oscillations amorties** : le terme $Fe-GT\cos(HT)$ produit une enveloppe exponentielle. La largeur de raie est proportionnelle à G.
5. **Impulsion** : un pic étroit dans le temps donne un spectre large (transformation de Fourier d'une impulsion courte).
6. **Lien avec les sans-masse** : les valeurs de γ (facteur de Lorentz généralisé) sont calculées par $\gamma=(1-v2/c2)-1/2$ pour $v<c$ et $\gamma=(v2/c2-1)-1/2$ pour $v>c$. Elles modulent les incréments $\delta A,\delta C,\delta F$ lors des chocs.

Ce tableau mathématique constitue une **base de données paramétrique** permettant de générer, via la résolution numérique du système (1), l'atlas complet des signatures spectrales pour tous les éléments du TP_Rachid ELAÏDI.